重庆烟草工业有限责任公司涪陵分厂易地技术改造项目全生命周期 BIM 应用

冯卫闯　栗　昊

（机械工业第六设计研究院有限公司，郑州　450007）

【摘　要】重庆烟草工业有限责任公司涪陵分厂易地技术改造项目位于重庆市涪陵李渡工业园区。设计阶段项目采用 BIM 及仿真分析技术对设计方案进行了有效的验证和优化，通过三维综合管线设计，减少了管线冲突碰撞导致的返工和浪费。施工阶段基于 BIM 的施工模拟和配合，有效提高了沟通协调效率和项目管理的水平。项目建成后工厂各车间安装部署了基于竣工模型自主开发的可视化三维信息系统平台，实现了建设数据的传递和共享，正逐步的在工厂运营中发挥作用，为后续数字化工厂建设奠定了良好数据基础。

【关键词】BIM；协同设计；项目管理
【中图分类号】TU17　【文献标识码】A　【文章编号】1674 – 7461(2017)05 – 0015 – 08
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11 – 5823/tu.2017.05.03

1　工程概况

1.1　项目简介

重庆烟草工业有限责任公司涪陵分厂易地技术改造项目位于重庆市涪陵李渡工业园区，项目总占地面积 500 亩，包含联合工房、动力中心、生产管理及后勤保障用房等 12 个子项，总建筑面积约 12.23 万 m²。设计生产能力为年产卷烟 200 亿支（约 40 万箱），总投资 12.45 亿元。围绕烟草行业“卷烟上水平”的宗旨及重庆中烟工业公司品牌规划，将涪陵分厂建设成为技术先进、设施齐全、管理高效的现代化卷烟生产企业。项目整体构造与联合工房建筑模型如图 1 – 2 所示。

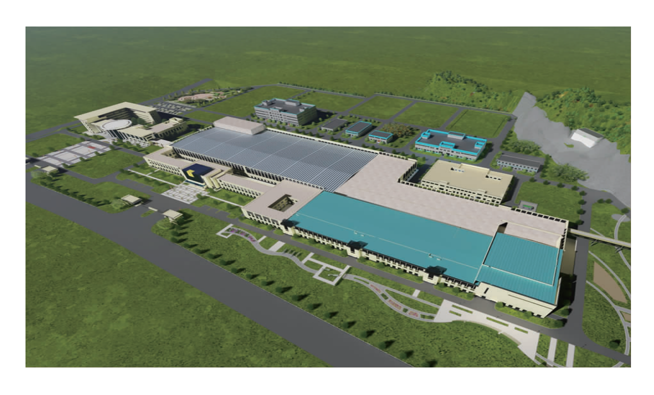


图 1　项目整体



图 2　联合工房建筑模型

1.2　工程特点和难点

本项目具有规模大、工艺复杂、机电管线系统多、设计优化及专业间协调难度大等特点，并且建成投产后设施难以定位检修，维护工作量大。因此在本项目的设计、施工、运维全生命周期内应用 BIM 技术可以很好的解决上述难点。

【作者简介】冯卫闯（1981 – ），男，高级工程师，主要研究方向：BIM 全生命周期应用；栗昊（1988 – ），男，工程师，主要研究方向：BIM 全生命周期应用。

2 BIM 组织与应用环境

2.1 BIM 应用目标

本项目意图实现从设计、施工到运维的全生命周期 BIM 技术应用，通过自主平台研发、多源异构数据整合等手段，解决了现有工厂建设模式下建设阶段和运维阶段信息割裂问题，打通了工程全生命周期信息传递的瓶颈。

2.2 实施方案

在本项目实施开始前，先行制定了完整的 BIM 实施方案。以 BIM 工程数据集成应用为基础，对项目实施的范围、内容、标准和技术路线进行了明确，结合移动互联技术、虚拟现实技术，拓展工程建造全过程中的 BIM 技术应用，提升工程施工管理水平，建立面向建筑全生命周期的数字化管理 BIM 实施框架体系。

2.3 团队组织

为了更好地发挥 BIM 在项目中的作用，项目前期成立 BIM 协调组，组建包括各专业设计、软件研发和网络支持人员的实施团队。并建立业主主导、各方参与的整体实施组织架构，协助业主制定各参建方职责和要求。

2.4 应用措施

在设计阶段，为满足模型设计、应用及数据传递的需要，自主开发基于 Revit 的 BIM 协同设计平台。平台在统一的 BIM 设计标准基础上，不仅具有全面的标准化辅助快速建模工具、企业构件库，而且还内置了标准样板、外挂数据库，实现 12 个子项 8 大专业几十个系统模型的快速创建，有效的保证了模型设计质量和标准的统一，为后续阶段的数据集成打下基础。在施工阶段，为满足项目各参与方的数据共享和远程协作，自主开发基于 BIM 的协同管理平台。通过平台各参与方根据不同的应用场景可以灵活选择 Android 或 iOS 系统移动设备访问平台，有效支撑工程建设各项管理工作，最终形成一套完整的基于 BIM 的建设过程数字资产。

在项目运营维护管理阶段，自主开发了三维信息系统平台和三维展示系统平台。用于工厂基础设施的日常运营维护管理，有效实现了基础设施建设信息的传递、整合和利用。

2.5 软硬件环境

本项目以 Autodesk 系列 Revit、Navisworks 为基础，采用 Ecotect Analysis、Simulation CFD 等软件进行模拟仿真，Lumion、3Dmax 等软件进行渲染处理。通过自主开发的 EEP 协同设计平台进行标准化、规范化、流程化设计，统一项目过程资料管理、交付资料管理和多方查询管理，并最终建成三维工厂数据库，通过三维数字信息系统实现基于 BIM 的可视化运营管理[1]。如图 3 所示。

Autodesk AutoCAD
Autodesk Revit
Autodesk Navisworks
Ecotect Analysis
Simulation CFD
CADNA/A
Airpak
STEPS



图 3 应用软件

Lumion
EEP 协同设计平台
EEP 协同管理平台
三维数字信息系统
三维导览系统

项目设计使用的设备主要硬件配置如下：
CPU：Intel Core i7 －4790
内存：16 GB DDR3
显卡：ATI FirePro V4800
硬盘：1TB 硬盘

项目运营维护阶段使用的设备主要硬件配置如下：
CPU：Intel Core i7 －6700
内存：16 GB DDR4
显卡：GeForce GTX 1080 8G
硬盘：1TB 硬盘

3 BIM 应用

3.1 BIM 设计

采用基于 Revit 的 BIM 协同设计平台进行模型的快速创建。分别创建土建和机电中心文件，以链接方式进行协同。平台内置的标准样板、标准化辅助快速建模工具以及企业构件库，有效保证了模型设计质量和标准的统一。共完成了联合工房、动力中心、生产后勤保障用房等 12 个子项 8 大专业几十个专业系统的模型设计。项目内部模型如图 4 所示[2]。

3.2 BIM 应用情况

3.2.1 设计阶段

（1）性能仿真分析

项目设计前期，通过对园区和车间内部从建筑声光热物理属性分析、室外风环境、室内外噪音等方面进行仿真验证和分析，选取较合理的建筑设计方案。项目性能仿真分析如图 5 所示。

（2）工艺仿真分析

基于 TPS 自主开发的仿真分析柔性平台，对联合工房物流量、生产平衡、工艺过程、生产瓶颈等进行仿真分析和虚拟试生产，实现方案设计的可视化和模拟化，对工艺布局和物流方案进行优化。项目工艺分析如图 6 所示。

（3）参数化构件制作

设计过程中，对通用标准化构件，采用参数化设计并归档到构件库中。对构件的可调部分，通过锁定基准面、设置可调参数等方式，实现构件尺寸、数量的自动调整，提高族的适应性和可复用性。

（4）虚拟仿真漫游

采用虚拟仿真漫游的方式，直观体验设计完成后的效果，实现各专业设计的可视化校审，提升沟通效率。

（5）专业干涉检测

通过对多专业 BIM 模型数据进行空间干涉检查分析，完成各专业优化设计内容 9 903 处，全面提升了项目设计效率和设计质量。

（6）专业图纸深化

根据自主开发的机电综合管线深化设计工具，实现对综合管线的快速设计和调整，并生成三维综合管线深化图纸，作为现场施工安装的依据。项目共生成三维综合管线图纸 203 张，包括综合管线平面图、单专业平面图、轴测图、剖面图、支吊架布置图和支吊架详图等深化图纸，有效指导了现场安装[3]。项目综合管线图纸如图 7 所示。

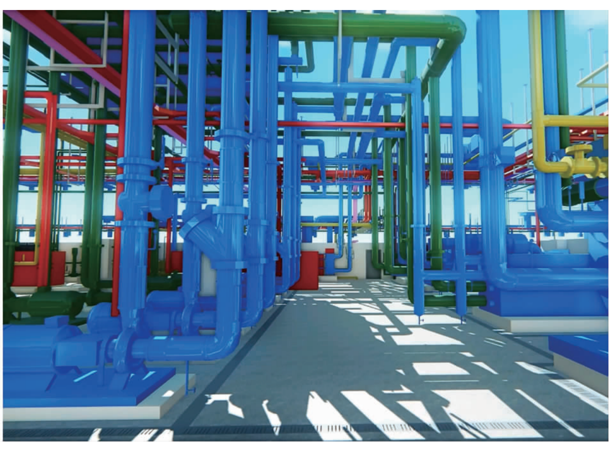
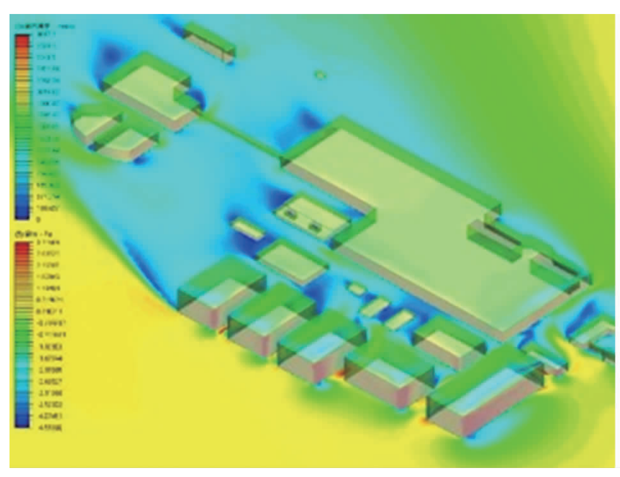
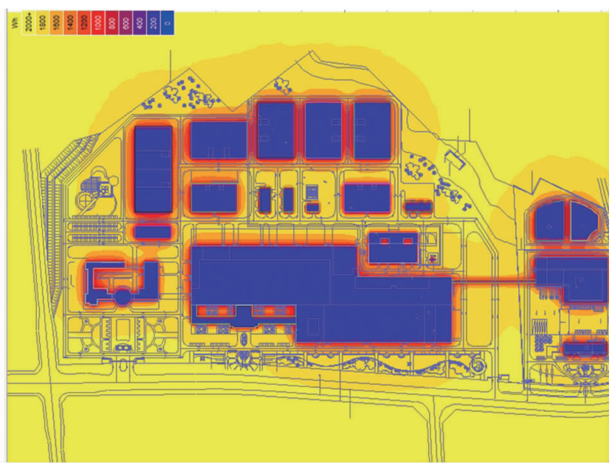



图 4 项目内部模型



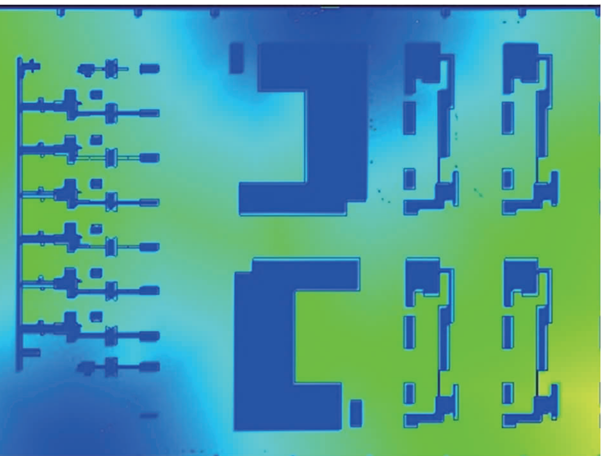
(a)风环境分析



(b)日照分析

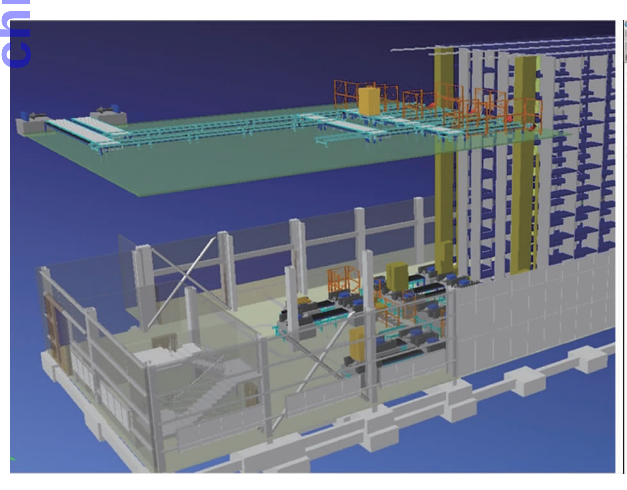


(c)噪声分析



(d)应急疏散分析

图5　性能仿真分析



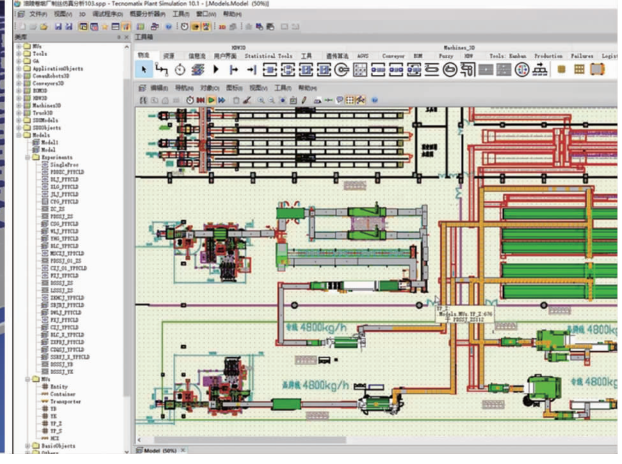


图6　工艺仿真分析

(7)工程量统计

结合模型实现了对暖通、给排水专业机电管线、设备和土建混凝土等工程量的快速统计,并导出标准表格,辅助造价复核,避免产生较大误差。

3.2.2　施工阶段

(1)数据采集



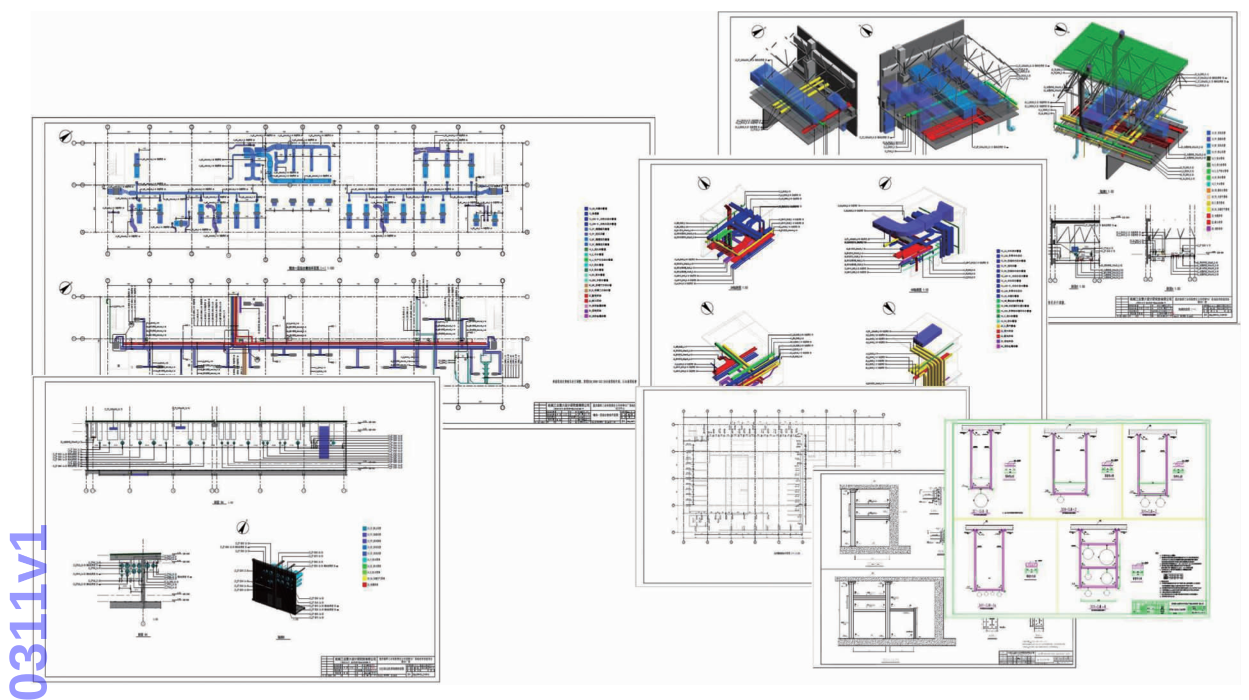


图 7　综合管线图纸





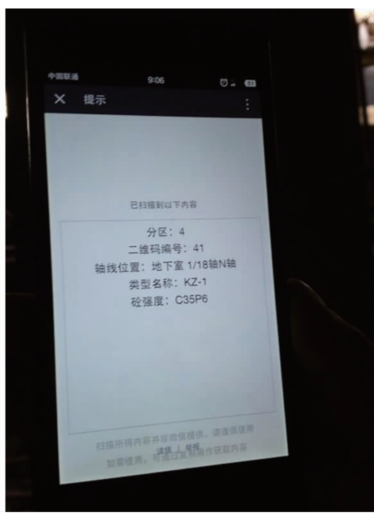


图 8　手机端应用

利用由项目模型生成设施设备空间物料编码，结合移动设备终端和二维码，实现设施设备进场贴码、验收扫描和扫码查询；同时将设施设备信息、资料与模型关联，保证建设过程数据的及时采集，满足竣工数字资产移交需要。

(2)互联网 + BIM 技术应用

依托以移动互联网技术自主开发的 BIM + 现场管理系统，通过手机端和 PC 端进行问题管理、过程资料管理、三维图纸管理和数据统计分析、消息管理，快速有效解决施工问题。手机端应用如图 8 所示。

(3)可视化交底

项目采用 BIM 模型 + 二维图纸 + 三维综合管线图纸的方式进行设计会审和技术交底，现场变更均先通过 BIM 进行模拟，机电安装相关变更则直接由模型生成，有效减少了现场变更的发生，也保证了模型与现场的一致。

(4)施工安装模拟

针对施工关键区域，进行施工进度模拟，辅助施工进度优化；针对管线密集区域，进行机电安装



图 9　土建模型与现实对比



图 10　机电模型与现实对比

工序模拟，避免安装工序错误导致的返工。

（5）竣工模型设计

项目实施人员全程配合指导施工并实时根据变更进行模型修改，实现模型数据与实际施工同步，最终建成与实际一致的竣工模型。土建模型与现实对比如图 9 所示。机电模型与现实对比如图 10 所示。

3. 2. 3　运营维护阶段

部署安装自主开发的三维信息系统平台和三维展示系统平台，用于工厂基础设施的日常运营维护管理，实现了厂区管网可视化管理、设施系统管理、工厂空间管理、设施全生命周期信息管理、工厂导览等功能。平台有效实现了基础设施建设信息的传递、整合和利用。三维数字信息系统如图 11 所示。

4　应用效果

项目 2013 年开始实施，在机电安装阶段全程提供现场 BIM 技术服务，2016 年项目完成软件试运行并通过竣工验收。目前三维数字信息系统已经在工厂设施设备管理部门得到应用。项目 BIM 及仿真分析技术的应用，对设计方案进行了有效的验证和优化，解决直接设计冲突 9 903 处（非重复碰撞）；提前预留钢格栅洞口，准确率 98%，避免返工 643 处；提前调整管线路由，避免光导管拆改返工 48 套；现场安装前，提前协调优化解决管线及设备安装问题 43 项；办公楼走廊平均净高提升 150mm；确保联合工房辅房走廊净高不低于 2. 7m；提前与装修结合，及时调整装修方案，实现净高控制，减少较大区域拆改 4 处；项目 BIM 实施减少了设计和安

装阶段由于专业间冲突和不一致导致的各类设计变更,初步估计为项目节约投资约 1 100 万元。(机电安装总投资约 1.3875 亿元,占比约 8%)。项目联合工房设备和机电模型如图 13 所示。

5　总结

5.1　创新点

项目基于 BIM 模型采用多种仿真分析工具,开展了建筑性能分析和工艺仿真分析,实现了设计方案的验证和优化;建设过程中通过自主开发的可视化项目管理平台,辅助项目各参与方开展基于 BIM 的协同工作;采用互联网 + 移动应用的方式,实现施工管理问题的及时跟踪和反馈,以及建设过程数据的采集,不仅提高了建设过程中的项目管理水平,也保证了运维阶段对 BIM 数据准确性和完整性的要求,最终实现数字化交付。

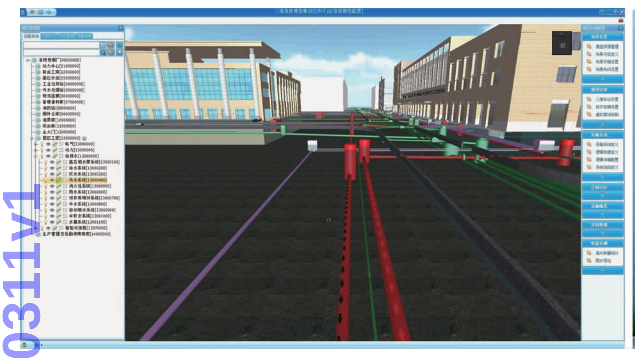
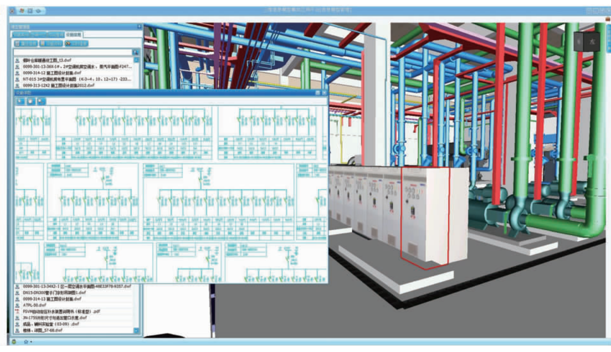



图 11　三维数字信息系统




图 12　BIM + VR 虚拟现实

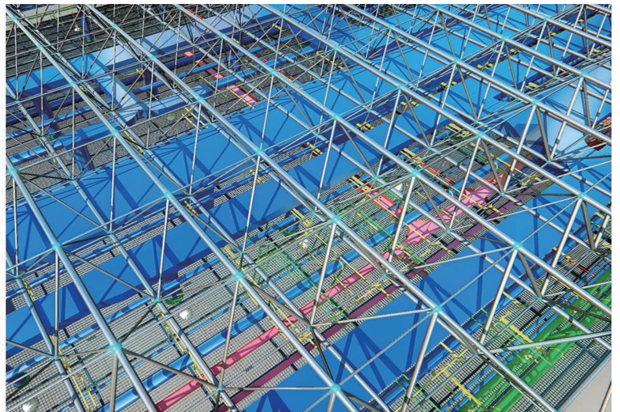



图 13　项目联合工房设备和机电模型

项目竣工后,在竣工模型基础上,通过搭建工厂三维信息系统,实现了基于 BIM 的可视化运维管理,为工厂基础设施的高效管理提供了有效手段。

同时,项目采用 VR 技术,利用工厂运维模型,开展虚拟检修、疏散模拟、应急处置演练和培训,辅助工厂安保部门开展日常工作,减少了真实培训演练投入,提高了培训效率和效果。

5.2 经验教训

BIM 技术的应用和价值发挥离不开项目各参与方的协同工作,前期的组织策划是关键。在项目 BIM 实施前,就需要明确项目 BIM 技术应用的目标、范围和内容,明确项目各参与方的 BIM 应用要求。同时需要业主方强有力的支持,这样才不至于盲目的扩大 BIM 应用界限,方便各参与方的协调配合,推动项目顺利开展。

在施工过程中,应确立 BIM 优化成果对施工的指导地位,只有得到业主支持和各方配合,才能将 BIM 成果得到执行。在本项目中,正是由于 BIM 机电优化成果明确是以综合管线专业进行出图,并在项目开始就得到业主认可,才保证了 BIM 成果得到有效执行。

到了运维阶段,业主方关注应用功能的同时,更关注模型数据及其准确性。因此,对运维有要求的项目,应重视对建设过程数据和资料的收集和复核,尤其是隐蔽工程的数据收集,这样才能保证基于 BIM 的运维管理的价值发挥。

参考文献

[1] 刘安业, 王要武,罗玉龙. 基于全寿命周期的城市基础设施管理信息化研究[J]. 2008,(4):91-94.
[2] 罗琦, 李志阳,陶海波. 基于 Revit 的三维协同设计平台研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2016, 8(1):59-64.
[3] 王毅. 建筑机电工程施工深化设计探讨[J]. 房地产导刊, 2013,(14):337-338.
[4] 王海朋. 管道综合布置技术总结[J]. 城市建设理论研究, 2015,(17):3820-3821.

Full Life Cycle BIM Application in the Ex-Situ Technical Transformation Project of Fuling Branch of Chongqing Tobacco Industry Co., Ltd.

Feng Weichuang, Li Hao

(*SIPPR Engineering Group Co., Ltd., Zhengzhou* 450007, *China*)

Abstract: The ex-situ technical transformation project of Fuling branch of Chongqing tobacco industry Co., Ltd. is located in Lidu Industrial Park, Fuling District, Chongqing. At the design phase, BIM and simulation analysis technology are applied to effectively verify and optimize the design scheme. Through the 3D integrated pipeline design, the rework and waste caused by pipeline collision are reduced significantly. At the construction stage, the BIM-based construction simulation and coordination effectively improve the communication and coordination efficiency and project management level. After the completion of the project, all workshops have installed and deployed an independently-developed visual 3D information system platform using the completion model. The platform realizes the transmission and sharing of construction data, and is gradually playing a more significant role in plant operations, which lays a good data base for the follow-up construction of a digital plant.

Key Words: BIM; Cooperative Design; Project Management